

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号

特開2001-273998

(P2001-273998A)

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 0 5 G 1/00

G 2 1 F 1/08

G 2 1 F 1/08

3/00

G

3/00

G 2 1 K 5/02

X

G 2 1 K 5/02

H 0 1 J 35/16

H 0 1 J 35/16

H 0 5 G 1/00

R

審査請求 未請求 請求項の数27 OL (全 13 頁)

(21)出願番号

特願2001-13412(P2001-13412)

(22)出願日

平成13年1月22日(2001.1.22)

(31)優先権主張番号 09/491416

(32)優先日 平成12年1月26日(2000.1.26)

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 500453636

バリアン・メディカル・システムズ・イン
コーポレーテッド

アメリカ合衆国カリフォルニア州94304,
パロ・アルト, ハンセン・ウェイ 3100

(72)発明者 クリストファー・エイ・アーティグ

アメリカ合衆国ユタ州84098, サミット・
パーク, エヴァーグリーン・ドライブ
235

(72)発明者 デボラ・エル・サーモン

アメリカ合衆国ユタ州84117, ホラディ,
サウス・ワンダー・レイン 5088

(74)代理人 100089705

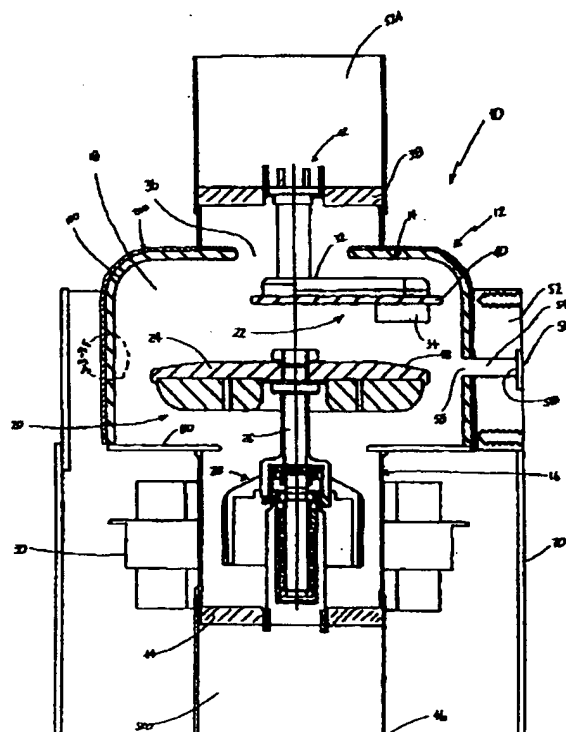
弁理士 社本 一夫 (外5名)

(54)【発明の名称】 X線管及びその製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 アノードアセンブリ及びカソードアセンブリ用の排気した包皮体を提供すべく単一の一体的ハウジングを利用する、放射線写真撮影装置及びその製造方法に関するものである。

【解決手段】一体的ハウジング12は、プラズマ溶射法により付着させた粉体金属から成る、放射線遮蔽層200を有する、コーバのような基層材料にて製造する。粉体金属は、例えば、タングステン及び鉄を含み、このため、放射線遮蔽層200が十分な放射線遮断手段及び熱伝導特性を提供し、追加的な外部ハウジングは不要である。一体的ハウジング12は空冷されるから、液体冷却剤は利用しない。更に、アセンブリ10は、ハウジング上の電氣的接続部を電氣的に絶縁する誘電性ゲル材料を利用する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの構成要素を有するX線管において、
少なくとも1つの構成要素の形状にて実質的に形成された基部基層と、
前記基部基層の少なくとも一部に付与され、X線管構成要素を透過可能なX放射線の量を所定のレベルまで制限する材料を含む被覆と、を備えるX線管。

【請求項2】 請求項1に記載のX線管において、前記被覆が、前記基部基層の熱膨張率と実質的に同様の特徴的な熱膨張率を有する少なくとも1つの材料から成る、X線管。

【請求項3】 請求項1に記載のX線管において、前記被覆がタングステンを含む、X線管。

【請求項4】 請求項3に記載のX線管において、前記タングステンの量が重量比で被覆材料の約50%乃至約100%の範囲にある、X線管。

【請求項5】 請求項1に記載のX線管において、前記被覆が鉄を含む、X線管。

【請求項6】 請求項5に記載のX線管において、前記鉄の量が重量比で被覆材料の約1%乃至約50%の範囲にある、X線管。

【請求項7】 請求項1に記載のX線管において、前記基部基層がコーバ（登録商標）で形成された、X線管。

【請求項8】 請求項1に記載のX線管において、前記基部基層が、合金46、ニッケル、銅、ステンレス鋼、モリブデン及び前記の合金の少なくとも1つから成る、X線管。

【請求項9】 請求項1に記載のX線管において、前記被覆が銅、モリブデン、タンタル、銅、ビスマス、鉛及び前記の合金の少なくとも1つから成る、X線管。

【請求項10】 請求項1に記載のX線管において、X線管の少なくとも1つの構成要素がX線管ハウジングである、X線管。

【請求項11】 請求項1に記載のX線管において、前記被覆がプラズマ溶射法を使用して前記基部基層に付与される、X線管。

【請求項12】 請求項1に記載のX線管において、基層材料と前記被覆との間に配置された接着層を更に備え、該接着層が、前記基層と前記被覆との間の結合強度を向上させる、X線管。

【請求項13】 X線発生装置において、
負圧包囲体を形成する一体的ハウジングと、
前記一体的ハウジングの表面の少なくとも一部に付与され、該一体的ハウジングの被覆部分を透過可能なX放射線の量を所定のレベルに制限する材料を含む被覆と、
標的部分を有する回転アノードを有し、該回転アノードが負圧チャンバ内に配置されるアノードアセンブリと、
前記負圧包囲体内に配置されると共に、前記一体的ハウ

を発生させ得るように標的部分を打撃する電子を放出することのできる電子発生源を有するカソードアセンブリと、

前記X線発生装置への高電圧の電氣的接続部の少なくとも一部を電氣的に絶縁し得るように方向決めされた誘電性ポリマー材料を保持する領域とを備える、X線発生装置。

【請求項14】 請求項13に記載のX線発生装置において、前記誘電性ポリマー材料が、GE RTV60、ダウコーニングのシルガード577、ダウコーニングの絶縁性ゲル3-4154、エボキシ、ベークライト及び熱硬化性プラスチックの少なくとも1つから成る、X線発生装置。

【請求項15】 請求項13に記載のX線発生装置において、前記一体的ハウジングからハウジングの外側の領域までの熱伝導率を増す手段を更に備える、X線発生装置。

【請求項16】 請求項15に記載のX線発生装置において、前記熱伝導率を増す手段が、前記一体的ハウジングの外側の少なくとも一部分に添着された複数のフィン構造体から成る、X線発生装置。

【請求項17】 請求項16に記載のX線発生装置において、前記一体的ハウジングの少なくとも一部分に付与されて、該一体的ハウジングと前記複数のフィンとの間の結合を容易にする結合被覆を更に備える、X線発生装置。

【請求項18】 請求項13に記載のX線発生装置において、窓部から出るX線が最初に、通路を自由に透過しなければならないように窓部と標的部分との間に配置され且つ方向決めされたX線信号通路を更に備え、後方散乱した電子が窓部に達することが防止されるような通路の寸法であるようにした、X線発生装置。

【請求項19】 X線発生装置内で使用されるX線管構成要素の製造方法において、
基層材料をX線管構成要素の形状に形成するステップと、
基層材料の被覆部分を透過可能なX線の量を所定のレベルに制限する材料から成る放射線遮蔽被覆を基層上に付着するステップとを備える、方法。

【請求項20】 請求項19に記載の方法において、被覆を付着するステップがプラズマ溶射法により行われる、方法。

【請求項21】 請求項19に記載の方法において、基層と放射線遮蔽被覆との間の接着強度を向上させる結合被覆を、基層と放射線遮蔽被覆との間に付着するステップを更に備える、方法。

【請求項22】 請求項21に記載の方法において、接着被覆を付着するステップがプラズマ溶射法により行われる、方法。

ウジングの製造方法において、
 基層金属材料をハウジングの形状に形成するステップと、
 接着層を基層の表面の少なくとも一部分にプラズマ溶射するステップと、
 極めて不透過性のX線吸収材料である少なくとも1つの粉体金属から成る粉体金属材料を基層上にX線遮蔽層を形成し得るようにプラズマ溶射するステップと、
 X線遮蔽層の厚さが少なくとも約0.2159cm(約0.085インチ)となる迄、プラズマ溶射ステップを続行するステップとを備える、製造方法。

【請求項24】 請求項23に記載の製造方法において、基層金属材料が、コーバ、合金46、ニッケル、銅、ステンレス鋼、モリブデン及び前記の合金の1つから選ばれる、製造方法。

【請求項25】 請求項23に記載の製造方法において、粉体金属材料が、基層金属材料の熱膨張特性と実質的に同様の熱膨張特性を有する少なくとも1つの粉体金属を更に含む、製造方法。

【請求項26】 請求項24に記載の製造方法において、熱膨張特性を有する粉体金属材料が鉄である、製造方法。

【請求項27】 請求項23に記載の製造方法において、極めて不透過性のX線吸収材料である粉体金属がタングステンである、製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、X線発生装置、及びその製造方法に関する。より具体的には、本発明は、改良された熱的安定性及び改良されたX線管遮蔽特性を提供する排気したハウジングアセンブリを有するX線管に関する。本発明は、また、改良されたハウジングアセンブリを製造する方法にも関する。

【0002】

【従来の技術】X線発生装置は、多岐に亙る医療及び産業的用途にて使用される極めて価値ある道具である。例えば、かかる装置は、医療診断及び治療用放射線写真撮影法のような分野にて一般に使用される。

【0003】関連する特定の用途に関係なく、X線装置の基本的作用は同様である。一般に、X線発生装置には、アノードアセンブリ及びカソードアセンブリを包み込む負圧チャンバが形成されている。カソードアセンブリは、電子を放出することのできる電子放出フィラメントを有する。アノードアセンブリは、カソードから軸方向に隔てられ且つカソードにより放出された電子を受け取り得るように方向決めされたアノード標的を提供する。カソードとアノード標的との間に高電圧の電位を配置することにより、作動時、カソードフィラメントにより放出された電子は、アノード標的における1つの焦点

標的の焦点領域に衝突する。アノード標的は、高耐火性金属で出来ており、このため、電子が打撃すると、発生する運動エネルギーの少なくとも一部分がX放射線すなわちX線を発生する。次に、X線は、負圧包囲体の壁に形成された窓部を貫通し、患者のような標的領域に向けて平行にされる。周知であるように、標的領域を貫通するX線を検知し且つ分析して、医療診断検査のような、多数の用途の任意の1つに使用することができる。

【0004】一般に、X線管の入力エネルギーの極く僅かな部分(約1%の場合もある)からX線が発生される。實際上、標的表面における高速度の電子の衝突に起因する入力エネルギーの大部分は、極めて高温の熱に変換される。更に、アノードを打撃する電子の1%は、標的表面から反発し、X線管アセンブリ内の他の領域を打撃する。これら二次的電子(「後方散乱電子」とも称されることもある)が衝突することは、熱を発生させ且つ/又は不規則なX線を発生させることになる。この余剰な熱は、アノードアセンブリにより吸収され且つアノードアセンブリの他の部分に、及び負圧ハウジング内に配置された他の構成要素に伝達される。時間の経過により、この熱は、アノード、アノードアセンブリ及び/又はその他の管構成要素を損傷させ、X線管の有効寿命及び/又は管の性能及び作動効率を低下させる可能性がある。

【0005】X線管内に高温の作動温度が存在することに起因する問題点を緩和するのに役立つ幾つかの方策が使用されている。例えば、幾つかのX線装置において、X線標的すなわち焦点軌道は、回転可能なアノードディスクの環状部分上に配置される。次に、アノードディスク(ロータリ標的又はロータリアノードと称されることもある)を支持軸及びロータのアセンブリに取り付け、次に、そのアノードディスクを何らかの型式のモータにより回転させることができる。X線管の作動中、アノードディスクを高速度にて回転させ、それにより、焦点軌道は連続的に回転して、電子ビームの経路に入ったり、その経路外に出るようにする。このようにして、電子ビームは、短時間だけ、焦点軌道に沿った所定の点に接触する。このことは、軌道が電子ビームの経路内に戻るのに必要な時間の間、軌道の他の部分が冷却するのを許容し、これにより、アノードにより吸収される熱量を少なくする。

【0006】アノードが回転する性質であることは、焦点軌道上の焦点に存在する熱の量を少なくするが、アノード、アノード駆動アセンブリ、及び排気したハウジング内の他の構成要素には依然として多量の熱が存在する。管(及び隣接するその他の電氣的構成要素)の損傷を防止しX線装置の効率及び全体的な有効寿命を増すためには、この熱を連続的に除去しなければならない。

【0007】1つの方策は、排気した包皮体を形成するハウジングを第二の外側金属製ハウジング(「缶」と称

ハウジングは幾つかの機能を果たさなければならない。第一に、このハウジングは、上述した後方散乱電子に起因するような、放射線の漏洩を防止する放射線遮蔽体として機能しなければならない。そして、それをするには、該缶は、放射線遮蔽体を備え、この放射線遮蔽体は鉛のようなある型式の極めて不透過性のX線吸収性材料にて形成しなければならない。第二に、外側ハウジングは、排気した内側ハウジングの外面上をポンプにより連続的に循環させることのできる、誘電性油のような冷却媒体の容器として機能する。熱がX線管の構成要素（アノード、アノード駆動アセンブリ等）から放出されると、その熱は、排気したハウジングの外面上に放射され、次に、少なくともその一部分は冷却剤流体によって吸収される。次に、加熱した流体は、輻射面のような何らかの型式の熱交換装置に送られて、次に、冷却される。次に、流体は、ポンプによって、外側ハウジングを通じて後方に再循環され、工程は反復される。

【0008】誘電性油（又は、同様の流体）は、更なる機能を提供することもできる。例えば、油は、アノードアセンブリ及びカソードアセンブリ及び排気した内側ハウジングと外側ハウジングとの間に存在する高電圧の電位間の電気絶縁体として作用する。この外側ハウジングは、典型的に、異なる電位、典型的に接地電位にある導電性金属材料から成っている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】この油及び同様の液体冷却剤／誘電剤を使用することは、熱除去媒体及び電気絶縁体の双方として又はその何れか一方として有用である一方、幾つかの点にて問題である。例えば、流体を使用することは、X線発生装置の構造及び作用の複雑さを増す。流体を使用することは、流体を保持する第二の外側ハウジング又は缶構造体の存在を必要とする。この外側ハウジングは、X線を遮断することのできる材料にて製造しなければならない。また、冷却剤流体を保持すべく排気した内側ハウジングの周りに配置するのに十分に大きくなければならない。このことは、装置全体のコスト及び製造の複雑さを増すことになる。また、外側ハウジングは、広い物理的スペースを必要とし、その結果、全体としてより大型のX線発生装置が必要となる。同様に、外側ハウジングに対して必要とされるスペースは、排気した内側ハウジングが利用することのできるスペースの程度を減少させることで、X線管内の他の構成要素が利用できるスペースの程度を制限することとなる。例えば、回転するとき、熱を一層良く飛散させる点にて、より大径のアノードであることが望ましいが、回転アノードの寸法が制限される。

【0010】更に、外側ハウジングの構造はその他の点にて装置全体のコスト及び製造上の複雑さを増す。液体を冷却剤として使用するとき、装置には、ポンプ及びラ

は、閉じた循環系内にて、管及び流体導管系を介して相互に接続しなければならない。また、流体は、加熱したとき膨張するため、閉じた系は、ダイヤフラム又は同様の構造体のような、膨張手段を提供しなければならない。この場合にも、これらの追加的な構成要素はX線装置の構造の複雑さ及びコストを増すことになる。更に、管は、流体の漏洩、及び流体系に起因する関連する破局的な破損を一層受け易い。

【0011】また、液体冷却剤／誘電体は、効率的な騒音絶縁体として機能しない点にてその存在は有害でもある。實際上、液体が存在することは、機械的な振動を増し且つX線管の作動により放出される発生する騒音を増しがちである。この騒音は、患者や操作者にとって不快である。また、液体の存在は、スペースの制限及び効果的な電氣的絶縁体の必要性のため、X線管により放出される騒音を減衰する他のより効果的な材料を利用する可能性も制限することになる。

【0012】最後に、誘電性の油材料を使用することは環境上の観点からも望ましくない。特に、油は有害であり、適正に処分しなければならない。従来技術のX線管には、冷却剤／絶縁媒質として外側ハウジング及び流体を使用することを不要とし、それに代えて、X線管の構成要素を包み込むため単一の排気したハウジングのみを使用するものもある。排気した単一のハウジングを使用することは、幾つかの点にて望ましい。例えば、外側ハウジングを不要にすることは、装置が必要とする構成要素の数を少なくする。その結果、よりコンパクトで、全体コストがより低廉であり、余り複雑でなく且つ製造がより容易であり、しかもより高信頼性のX線発生装置となる。特に、流体冷却剤／誘電体を不要にすることは、複雑さを軽減し且つ上述した故障の可能性のある箇所を少なくすることになる。

【0013】然し、排気した単一のハウジングを有するX線発生装置が有利であることが認識されているにも拘らず、その実用性を制限する多数の問題点がある。例えば、特に、高電圧の用途にて過剰な放射線がX線管から漏洩するのを防止するため、ハウジングには鉛ライナーのようなX線吸収材料の層を設けなければならない。しかし、このことは、鉛遮蔽体をハウジングの壁に取り付けなければならないため、装置のコスト及び製造の複雑さを増す。同様に、遮蔽体の取り付けは、管の信頼性を低下させる可能性のある追加的な故障箇所を生ずる。例えば、遮蔽体の層は、ハウジングの下側基層の熱膨張率に正確に適合する熱膨張率を有しなければならない。さもなければ、材料は作動するX線管の極端な温度変化の存在時に容易に分離する可能性がある。

【0014】更に、特に、高電圧の用途において、X線管の遮蔽体又はライナーの使用は、物理的スペースを占めるハウジングの壁の厚さを増し、その結果、全体とし

は、より大径のアノードのようなその他のX線管の構成要素が使用するであろうスペースの程度を制限することになる。

【0015】更に、物質の毒性に関する環境上及び健康上の危険性のため、ライナー材料として、鉛、ベリリウムのような同様の材料を使用することは、同様に望ましくない。しかし、その他の適当な材料は極めて高価であり、また、製造中の操作が難しく且つ／又はX線管にて使用するのに満足し得る熱特性を有していない。

【0016】要約すると、従来技術のX線発生装置は、典型的に、X線管を冷却剤で冷却し且つ過剰な放射線の放出を防止することを含む多岐に亘る機能を提供すべく第二の外側ハウジングを使用するものである。この外側ハウジングは、X線発生装置のコスト及び複雑さを増し、また、その長期間の信頼性を低下させる可能性がある。このように、単一の一体的ハウジングを使用することは好ましいが、この方策は、また、欠点もある。特に、この方策は、望ましくない放射線の放出を防止するため、鉛のようなX線遮蔽材料層をハウジング壁に使用することを必要とする。このことは、装置のコスト及び製造の複雑さを増し、その全体的な寸法を増大させ、従って、環境及び安全上の観点からして望ましくない。

【0017】このように、当該技術分野では、熱を除去し且つ電氣的絶縁体を提供することの双方又はその何れか一方のため、油又は同様の材料を保持するため外側ハウジングを使用することが必要な放射線写真撮影装置、及びその装置の製造方法が必要とされている。更に、鉛遮蔽体等を使用せずに、安全なレベルの放射線封じ込め機能を保つことのできる排気した単一のハウジングを使用する放射線発生装置を提供するならば、当該技術分野の1つの進歩になるであろう。

【0018】従来技術に存在する上記の問題点及び欠点に鑑みて、本発明の1つの主要の目的は、X線管のアノードアセンブリ及びカソードアセンブリを保持するため単一のハウジングを利用し、これにより、冷却剤を保持し且つX線を遮断する追加的な外側ハウジングを不要にする、X線発生装置及びその装置の製造方法を提供することである。このことは部品の数及び重量を軽減し、装置の製造をより低コストにし且つより容易にする。更に、このことは従来から冷却剤及び絶縁体の双方として又はその何れか一方として使用されている環境的に有害で且つリサイクル困難な誘電性油又は同様の種類の流体を不要にする。別の目的は、十分なレベルの放射線遮蔽効果を提供することで、ハウジングからの放射線の漏洩量を許容可能なレベルに制限する、一体的な要素として形成された排気した単一のハウジングを提供することである。関連する1つの目的は、鉛等のような、X線遮蔽材料の別個の層をハウジングにて必要とせずにこの放射線遮蔽効果が提供されるように排気したハウジングを製

ことは製造の複雑さを軽減し、一体的ハウジングの全体の寸法を縮小し、有毒となる可能性のあるバルク材料を不要にする。本発明の実施の形態の更に別の目的は、作動熱を一体的ハウジングから対流させることでX線管を許容可能な作動温度に保つ外側冷却面を取り付けることを可能にし得るように製造することのできる一体的ハウジングを提供することである。

【0019】本発明の上記及びその他の目的、特徴並びに有利な点は、以下の説明及び特許請求の範囲から一層完全に明らかとなり、又は以下に説明するように本発明を実施することにより理解されよう。

【0020】

【課題を解決するための手段】簡単に要約すれば、本発明の実施の形態は、X線管部品を包み込む多数のハウジングを不要にするX線発生装置に関するものである。それに代えて、本発明の実施の形態は、カソードアセンブリ及びアノードアセンブリを保持する負圧包囲体を提供すべく一体的装置として形成されることが好ましい排気した単一のハウジングアセンブリを利用する。更に、一体的ハウジングは、X線の放出を所定のレベルまで遮断する放射線遮断層を備えている。例えば、好ましい実施の形態において、放射線の放出は適用可能なFDA基準により要求されるレベル以下まで減少する。好ましくは、放射線遮断層は、プラズマ溶射法によりハウジング基層に施された粉体金属から成るようにする。粉体金属は、十分な放射線遮断特性を提供し、また、極端な温度変動が存在する場合でさえハウジングの基層材料に満足し得るように接着するように選択する。この放射線遮断層を使用することは、物理的に分離した追加的な放射線遮蔽構造体を不要にし、このため、一体的ハウジングの全体的な寸法を縮小する。更に、鉛等のような、かかる構造体に一般に使用される望ましくない材料の使用も不要となる。

【0021】その他の好ましい実施の形態において、放射線遮断層は、同様に、冷却フィンのような外部構造体を一体的ハウジングに取り付けることを許容するプラズマ溶射技術を介して、ある組成にて更に処理する。好ましくは、この結合層は外部構造体の取り付けを容易にするようにする。

【0022】好ましい実施の形態において、単一の一体的ハウジングは、負圧包囲体を形成することのできる、全体として円筒状の本体として形成される。電子を放出する放出源を有するカソードアセンブリが一体的ハウジング内に配置されている。1つの図示した実施の形態において、カソードアセンブリは、回転するアノードに形成された焦点軌道と反対側に配置され得るように支持されているが、この一体的ハウジングは静止アノードを有するX線発生装置内で使用することができる。焦点軌道は、X線が一体的ハウジングの側部に形成された窓部を

1つの好ましい実施の形態において、アノード標的と窓部との間にX線通路が配置されている。この通路は、後方を散乱した電子すなわち二次的電子が窓部領域に達し且つ過剰な熱を発生するのを防止し得るような寸法及び形状とされている。

【0023】本発明の好ましい実施の形態は、一体的ハウジングの外面に伝達された熱を除去し且つステータから放出された熱を除去する強制的な空気対流装置、又は、アノードを回転させるモータアセンブリを利用する。この前にも、このことは、誘電性油等のような冷却剤流体を不要にし、このため、かかる流体の使用に内在する問題点を解消する。1つの実施の形態において、一体的ハウジングの外面上で空気を送るためにファンが使用される。好ましくは、空気流は一体的ハウジングの少なくとも一部分の周りに配置された空気流殻体にて送られるようにする。また、好ましい実施の形態において、一体的ハウジングはハウジングからの熱伝導を容易にする外部空気「フィン」を備えている。

【0024】本発明の現在の好ましい実施の形態は、電氣的に且つ可聴騒音の双方の点にて排気したハウジングを絶縁する手段も備えている。1つの実施の形態において、ポリマーゲルのような誘電性ポリマー材料がハウジングの特定の領域に配置されている。このポリマーは2つの機能を発揮する、すなわち、このポリマーは、アノードアセンブリ及びカソードアセンブリへの高電圧接続部を電氣的に絶縁することで、排気した一体的ハウジングのアーク放電及び充電を防止する。また、このポリマーは、減衰材料として作用し、アノードロータアセンブリから生ずる振動及び騒音を吸収する。患者の快適さを保ち且つ高騒音発生力がさまなければ生ずるであろう何らかの不快さを軽減するのに役立ち得るようになる上で、騒音放出量が減少することは特に重要である。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の上述し且つその他の利点並びに目的が実現されるようにするため、添付図面に図示したその特定の実施の形態に関して、上記に簡単に記載した本発明について以下により詳細に説明する。これらの図面は本発明の典型的な実施の形態のみを示すものであり、このため、その範囲を限定するものと見なすべきではないとの理解の下、添付図面を使用して更に具体的に且つ詳細に本発明について説明する。

【0026】次に、本発明の一例としての実施の形態を図示する添付図面に関して説明する。最初に、全体として参照番号12で示した単一のハウジングアセンブリを備える構造とされた、全体として参照番号10で示した、一例としてのX線管アセンブリの断面図を示す図1を参照する。現在の好ましい実施の形態において、ハウジング12は、排気した包囲体18を画成し得るように接続された第一の包皮体部分14と、第二の包皮体部分

れている。全体として参照番号20で示した回転アノードアセンブリと、全体として参照番号22で示したカソードアセンブリとを含む様々なX線管構成要素が負圧包囲体18内に配置されている。回転アノードアセンブリ20は、軸26を介してロータアセンブリ28に回転可能に接続されたアノード標的24を備えている。ステータ30は、当該技術分野にて周知の方法にてアノード24を回転させるのに使用可能であるようにロータアセンブリ28に近接して一体的ハウジング12の外側に配置されている。カソードアセンブリ22は、フィラメント（図示せず）及び関係するエレクトロニクスのような電子発生源34を支持する取り付け構造体32を備えている。図示した実施の形態において、ハウジング12の壁に形成された開口部36を通じてカソードアセンブリ22が負圧包囲体18内に配置されている。更に、セラミック絶縁体38に対する負圧密シールが形成されている。図示した実施の形態において、カソードアセンブリ22は電子発生源34を支持するために使用されるディスク構造体40も備えている。好ましくは、このディスクはX線遮断材料で形成されており、また、ディスク40の直径は開口部36を遮蔽し得るよう選択する。

【0027】カソードアセンブリ22を高電圧の外部電源（図示せず）に接続するコネクタアセンブリ42が、開口部36及びセラミック絶縁体38を貫通して伸びている。同様の方法にて、コネクタ及び関係した電線（図示せず）がアノードアセンブリ20を高電圧の外部電源に接続すべく第二のセラミック絶縁体46を貫通して伸びている。周知の如く、作動中、カソードアセンブリ22とアノードアセンブリ20との間に高電圧の電位を発生させるため高電圧の電源が使用される。例えば、ある用途において、アノードアセンブリ22は約+75kVの正電圧に保たれる一方、カソードアセンブリ22は、約-75kVの同等の負電圧に保たれる。該当する特定の用途に依存して、その他の電圧電位も使用可能である。この電圧電位によりカソード34の放出源（すなわち、サーモニックフィラメント）から放出された電子はモリブデン又は同様の高Z材料から成る焦点軌道48における焦点位置にてアノード24の表面に向けて加速され且つこの表面を打撃する。この衝撃の結果として発生されたエネルギーの一部は、X線の形態をしており、次に、このX線は、アノード24に隣接する箇所に一体的ハウジング12の側部に形成されたX線透過性窓部50を通じて放出される。

【0028】その他の方策が使用可能であるが、図示した実施の形態において、窓部50は、一体的ハウジング12に機械的に添着された取り付けブロック52内に配置されている。好ましくは、取り付けブロック50には、焦点軌道48に隣接する箇所に形成された開口部54と、窓部50に隣接する1つの開口部58とを有する

において、ハウジング12の側壁に形成されたX線開口部56は、窓部50により提供される開口部よりも小さい。窓部50がアノード標的48から離れた位置に配置されること、及び通路54の寸法がより小さいことは、共に窓部50の温度を低下させる機能を果す。特に、作動中、アノード標的24における焦点から後方散乱された電子からの「二次的」電子衝突に起因して、負圧包囲体内の温度は窓部領域内でより高温である。かかる二次的電子すなわち後方散乱電子は不規則な角度に散乱され、通路54の方向及び相対的な寸法及び窓部50までの距離のため、形成される軌跡は、その僅かな部分だけが窓部領域に達することを許容する。これと同時に、この形態は焦点上の放射線、すなわち、焦点を打撃する焦点上の電子が通路54を通り且つ窓部50から出ることにより起因する放射線を許容する。現在の好ましい実施の形態において、通路54の長さは、後方散乱された電子が窓部50に達するのを防止する。

【0029】図1に図示した実施の形態において、強制的空気対流によりハウジング12の表面から熱を除去することができる。例えば、ファン機構（図示せず）により一体的ハウジング12の部分の外面上方の空気流を提供することができる。更に、この空気流はハウジング12の少なくとも一部分の周りに配置された空気流殻体70を介して制御することができる。殻体70は、ポリカーボネート又は同様の材料で製造され且つ空気流を制御し且つ保持し得るように方向決めされることが好ましい。好ましい実施の形態において、ファンは、殻体を通じて空気流を吸引し得るように作用可能に接続されている。代替的な実施の形態において、殻体70には、接地面を設けることができ、これにより、殻体は伝導性材料の少なくとも一部を含むか、又は薄い板金属の層のような導電性材料で完全に製造してもよい。

【0030】図示した実施の形態において、一体的ハウジング12の第一の包皮体部分14の少なくとも一部は放射線遮蔽体として機能する。例えば、一体的ハウジング12の臨界的領域は、ビームの定格パワー値にてアノードとカソードアセンブリとの間に150KVの電位が保たるとき、X線発生装置から1メートルの距離にて20mRad/hrに等しい、FDA基準の放射線透過量の5分の1といったような予め規定した安全レベルまで低下させることができることを要する。上述したように、1つの目的は、鉛又は同様の材料で出来た別個の遮蔽プレートを利用することなく、満足し得る放射線遮蔽効果を提供することである。更に、1つの目的は、ハウジング12が必要とする物理的スペースを少なくし且つアノードディスク24のようなその他のX線管の構成要素に利用可能なスペースを最大にし得るように、ハウジング壁の厚さを可能な限り薄く保つことである。別個の遮蔽体構造体はこの目的にとって有用ではない。更に、

放射線保護を実現するため、負圧包囲体の頂部壁及び側壁の厚さを約3.429cm（約1.35インチ）とする必要があり、その結果、速かに大型のハウジング12となる。これと代替的に、固体モリブデンのような材料のみを使用するならば、約1.4732cm（約0.58インチ）の厚さが必要となる。しかし、モリブデンは高価であるため、禁止的なほどに高価なハウジングとなる。本発明の実施の形態は、上記及びその他の設計上の問題点を課題とするものである。

10 【0031】特に、本発明の好ましい実施の形態は、所望のX線遮断機能を実現するX線遮断媒体にて被覆された基層材料で製造したハウジング12を利用する。好ましい実施の形態において、この基層はX線遮断被覆と共に、又、著しく薄くしたハウジングの肉厚にて且つモリブデンのような高コストの遮蔽材料と比較して比較的経済的な方法にて、十分なレベルの放射線遮蔽効果を提供する。更に、この方策は、鉛及びベリリウムのような環境的に毒性で且つ健康上問題のある遮蔽材料を不要にする仕方にて実現することができる。

20 【0032】本発明の現在の好ましい実施の形態において、第一の包皮体部分14のようなハウジング12の少なくとも一部は、基層のハウジング部分100から成っている。基層100は、任意の適当な製造方法を使用して、図2に図示するような第一の包皮体部分の所望の形状に形成される。

【0033】基層のハウジング部分100を形成するために使用される材料は一体的ハウジング12に対し負圧の完全性を提供し得るように実質的に無孔であり、また、材料間の熱的不一致に起因する、割れ、剥がれ又は同様の型式の障害を回避し得るように放射線遮蔽被覆（以下に説明）の熱膨張率と実質的に同様の熱膨張率を有するものである必要がある。更に、基層部分100に使用される材料は、一体的ハウジングがアノードアセンブリから放散された熱の熱リザーバとして機能するのを許容すると共に、アノードアセンブリから熱を伝導して除去することのできる十分な熱容量を有する必要がある。現在の好ましい実施の形態において、基層部分は、商業的に入手可能な材料であるコーバ（Kovar）

30 （登録商標名）にて形成されている。その他の可能な材料は、非限定的に、合金46（ニッケルと鉄の合金）、ニッケル、銅、ステンレス鋼、モリブデン、上記の合金及び同様の性質を有するその他の材料を含む。1つの好ましい実施の形態において、コーバのハウジング部分100は、約0.127cm（約0.05インチ）の肉厚となるように形成されるが、関係する特定のX線発生装置の用途に依存して、その他の厚さも使用可能である。

40 【0034】基層材料が所望の形状の基層ハウジング部分100に形成されると、1つの好ましい実施の形態において、基層ハウジングは、X線管の排気した環境を汚

妨害するすることの双方又はその何れか一方の原因となる全ての表面不純物を除去し得るよう清浄にする。例えば、基層ハウジング100は、アルミニウム酸化物のような適当な材料で310、264kPa(45psi)にてサンドブラストを行い、次に、ダイナデット(Dynadett)(登録商標名)及び塩酸溶液の双方又はその何れか一方のような適当な洗浄溶液で脱脂することができる。

【0035】X線管の形態に依存して、基層ハウジング100の外面にその後ろにろう付けされる追加的な成分を使用することができる。このように、現在の1つの好ましい実施の形態において、基層ハウジング100の表面の少なくとも一部分は、その他の構造体をハウジング100の外面にろう付けし又は溶接する容易さを向上させるようにニッケルのような適当な材料でめっきすることができる。1つの実施の形態において、このろう付け促進ニッケル層は、厚さが約0.01016乃至0.01524mm(約400乃至600マイクロインチ)であり、適当なめっき方法により施工される。例えば、適当なめっき層となるように25分間、28アンペアを使用

【0036】好ましい実施の形態において、ろう付け促進層が施工されると、サンドブラスト及び超音波洗浄のような任意の適当な洗浄方法にて基層ハウジング100を再度清浄にして、不純物を除去する。

【0037】好ましい実施の形態において、次に、下側基層に対し放射線遮蔽層を付与する。この材料は、基層の被覆として付与することのできる金属組成物から成っており、好ましい実施の形態において、従来のプラズマ被覆又は溶射技術により付与することのできる粉体金属から成っている。一般に、所望の材料の特性は、所定のレベルの放射線遮蔽効果を提供し、また、形成される層の厚さが最小であるようにする。更に、粉体金属が下側基層の熱膨張率と正確に適合する熱膨張率を有することで、X線発生装置の加熱及び冷却中、放射線遮蔽層の亀裂、剥離すなわち基層からの分離を少なくすることが好ましい。

【0038】非限定的な一例として、上記の特性を有する現在の好ましい1つの粉体金属は、タングステン及び鉄合金の組み合わせであり、この各々は粉体の形態にあり、次に、粉体の組み合わせ体を提供し得るように共に混合する。1つの好ましい実施の形態において、この組み合わせ体は、重量比で約10%の鉄と、重量比で約90%のタングステンから成る。しかし、2つの金属を異なる比率にて使用することができる。例えば、鉄の比率を0乃至50%とすることができることが理解されよう。この特別な混合体において、タングステン成分は必須の放射線遮蔽特性を提供する。従って、使用されるタングステンの量は、層に溶射することで提供される放射

量は必要な層の厚さを決定する。図示した実施の形態において、鉄成分は混合体に対し下側のコーバ基層材料とのより優れた熱的釣り合いを提供し、これにより、特に、存在する熱条件を考慮して、放射線遮蔽層と基層との一層優れた結合を保証する。

【0039】好ましい鉄及びタングステンの粉体混合体の代替例として、他の組成成分を使用してもよいことが理解されよう。例えば、タングステンに代えて、放射線遮蔽効果を発揮することのできるその他の極めて不透透性のX線吸収材料を使用することができ、この材料は、非限定的に、色々なタングステン合金(例えば、デンシメット、重金属合金)、銅、モリブデン、タンタル、銅、ビスマス、鉛及び上記の各々の合金を含む。勿論、異なる金属の使用は一長一短がある。例えば、あるものは、必須の放射線遮蔽レベルを提供し得るよう基層上により厚い遮蔽層を必要とする。更に、異なる金属粉体の混合体の使用は、使用される基層材料の特別な型式により決まる。

【0040】同様に、望まれる特別な特徴に依存して、鉄に代えてその他の成分を使用することができる。例えば、満足し得る置換物は、非限定的に、銅、ニッケル、コバルト、アルミニウム等を含む。この場合にも、具体的な選択は具体的な設計の目的に依存する。例えば、適正な熱膨張率の適合を実現し得るよう使用される基層の種類に依存して、1つの金属を選ぶことができる。また、金属は、粉体金属混合体の他の成分との合金とすることができるものであることを要する。

【0041】放射線遮蔽層200の現在の好ましい実施の形態が図3の更なる詳細図である、図1の線3-3の断面図に示してある。図3は、1つの実施の形態において、放射線遮蔽層200がプラズマ溶射技術(以下に更に詳細に説明)によりハウジング基層100に付与される金属粉体層202から形成される方法を示す。更に、1つの好ましい実施の形態において、参照番号204で示した接着剤すなわち第一の結合層は、基層100(又は使用されるならば、ニッケルめっき層)と金属粉体層202との間に付与される。この層は、基層100と溶射した金属粉体層202とが一層良く結合するのを促進する働きをする。好ましくは、結合層202は、基層100と金属202との間に機械的に柔軟な層を提供する粗面とした面から成るようにする。例えば、現在の好ましい実施の形態において、結合層202は、プラズマ溶射方法により付与されるメトコ(Metco)451(セルザーメトコ(Sulzer Metco)から入手可能)等として公知である。この層は、例えば、基層表面の機械的又は化学的エッチングを含む、その他の技術により提供してもよいことが理解されよう。

【0042】第一の結合層204に加えて、現在の好ましい実施の形態は、図3に参照番号206で示した第二

るように、幾つかの実施の形態において、冷却フィンのような外部構造体が一体的ハウジング12の表面にろう付けされる。この第二の結合層206は、X線遮蔽層202とかかる外部構造体の任意のものと間の結合を容易にし得るように設けられる。更に、この層にて使用される材料はその結合を容易にする特性を有することが好ましい。例えば、ハウジング12への銅のろう付けを容易にするため、第二の結合層206は、銅又は銅合金材料の薄い層から成るものであることが好ましい。この場合にも、この層はプラズマ溶射法により施工することができる。

【0043】上述したように、現在の好ましい実施の形態において、放射線遮蔽層202、第一の結合層204及び第二の結合層206は、プラズマ被覆又は溶射法により施工されることが好ましい。1つの実施の形態において、使用されるプラズマ溶射技術は、雰囲気プラズマ溶射(APS)装置である。また、低圧プラズマ溶射法、高速度酸素燃料溶射法、プラズマジェット法を含む、その他のプラズマ溶射方法を使用することもできる。

【0044】非限定的な一例として、放射線遮蔽層200を付与する現在の1つの好ましい方法について以下に説明する。最初に、1つの実施の形態において、タングステン及び鉄の混合体である適正な粉体金属組成物を作製する。タングステン粉体及び鉄粉体を適正な量にて混合し(例えば、鉄粉体0.5Kg及びタングステン粉体4.5Kg)、完全に混合し得るように30分間、回転させる。次に、この混合体は、例えば、500℃にて3時間、負圧下にて加熱する。

【0045】粉体金属混合体が作製されたならば、現在の好ましい実施の形態において、次のステップは、第一の結合層をプラズマ溶射装置により作製した基層ハウジング100に付与することである。理解し得るように、これは、基層100と粉体金属層202との接着を容易にする層を提供する任意の適当な基層とすることができる。この適正な金属材料はプラズマ溶射ガン(又は同等の装置)に供給し、次に、基層ハウジング100の適正な表面に付与する。周知の如く、プラズマ溶射技術は、アーク及びそれに伴う高温プラズマを発生させるために反応性ガス及び印加された電圧を利用する。粉体混合体をプラズマ内に噴射し、次に、空気により圧力下にて押し出し、ハウジング100の表面に向けて加速する。次に、溶融した金属はハウジング100の表面に「付着する」。

【0046】第一の結合層204が付与されたならば、次に、同様の方法にて放射線遮蔽粉体混合体を付与する。好ましい実施の形態において、これはタングステン及び鉄の混合体である。1つの好ましい方法において、タングステン及び鉄から成る放射線遮蔽層は、所望の厚

る。更に、好ましい方法において、各層を施工する間にハウジング100は、650℃の湿潤水素のような適正な設定状態にあるプッシャー加熱炉へ投入する。理解し得るように、最終的な放射線遮蔽層の厚さは、使用される特定の材料及び所望の遮蔽程度に依存する。例えば、タングステン粉体を使用するとき、0.2159cm(0.085インチ)程度であっても、安全な遮蔽効果が得られることが分かった。タングステン及び鉄粉体の混合体を使用する1つの好ましい実施の形態において、約0.4445乃至0.5207cm(約0.175乃至0.205インチ)の層(第一の結合層204を含む)が実現される。

【0047】実際には、粉体金属材料を基層100にプラズマ溶射したとき、形成される層は、典型的に、重量比で同一の比率の開始材料を含まない。例えば、僅かなパーセントのタングステンが基層表面に恒久的に接着しない。

【0048】遮蔽層202が付与されると、必要であれば、第二の結合層206を付与する。この場合にも、この層をプラズマ溶射法により付与することが好ましく、使用される材料は、その後にハウジング12に取り付けられる要素の組成に依存する。例えば、1つの好ましい実施の形態において、銅製の空気流フィン(以下の図4参照)がハウジング12の本体からの熱の除去を容易にし得るように表面にろう付けされている。従って、第二の結合層206は粉体銅材料のプラズマ溶射層にて形成される。

【0049】放射線遮蔽層200の全体を基層100に付与したならば、1つの好ましい実施の形態において、ハウジング12は、適正な温度、すなわち好ましい実施の形態において、650℃湿潤水素温度のプッシャー加熱炉内を移動させる。次に、ハウジング12を、5分間、超音波洗浄する。

【0050】次に、一体的ハウジング12の第一の包皮体部分14を現在の好ましい実施の形態を示す図4を参照する。一体的ハウジング12は、上述した方法にて付与された放射線遮蔽層200を備えており、このため、この層はX線発生装置の作動中、ハウジング12から漏洩しないように放射線を遮断することができる。理解し得るように、一体的ハウジング12により提供される別の機能は、作動中に発生された熱を吸収し且つその熱をアノードアセンブリ20からハウジング12の外部の箇所まで熱伝導して除去することである。具体的なX線管の用途に依存して、一体的ハウジングの実施の形態は、一体的ハウジングからハウジングの包囲体の外部領域への熱伝導率を増す手段を含むことができる。図4には、一体的ハウジング12の外周に配置された複数のフィン400である、この機能を発揮する構造体の1つの例が図示されている。フィン400は、ハウジング12の外

2から隣接する空気に伝導することのできる熱の有効率を増し得るような寸法及び方向に設定されている。また、幾つかの実施の形態は、熱の除去を更に増し得るようにフィン400の表面に互って強制的空気対流を提供するファン(図示せず)又はその他の形態の強制空気装置を含むことができる。図示した実施の形態において、フィンは銅材料から成り且つ一体的ハウジング12の外面にろう付けされている。上述したように、同様に、銅から成る第二の外側結合層206はハウジング12と銅フィン400との結合を促進する。図示したフィンの1つの代替例として、当業者に明らかであるように、熱を除去するためその他の形態の構造体形を一体的ハウジング内に添着してもよいことが理解されよう。

【0051】上記の放射線遮蔽体200及び施工方法は、図示した一体的ハウジング12に関して説明したが、この型式の放射線遮蔽は、任意のハウジングの形態及び形状に関連して使用することができ、また、X線の遮蔽を必要とする任意のX線管構成要素に関連して使用することが可能であることも理解されよう。例えば、図1において、カソード34を支持するディスク40はX線が開口部36から出るのを遮断する機能を果たすことができる。堅固な鉛片又は同様のX線不透過性の材料を配置することに代えて、上述した方法にてディスク40は放射線遮蔽体200を有するように製造することができる。カソードアセンブリ22と反対側部のアノード24の側部により形成されたアノードプレート80の表面に、同様の遮蔽体を配置することができる。この場合にも、この型式の放射線遮蔽を使用する結果、全体寸法がより小さく、これにより、ハウジング12内の構成要素のスペースをより自由にする構成要素が得られる。かかる遮蔽技術は、X線発生装置のその他の分野でも同様に使用することができる。

【0052】図5には、本発明の一体的ハウジングの1つの実施の形態を利用するX線管の環境の別の実施の形態が参照番号500で示してある。一体的ハウジングは参照番号12'で示してある。ハウジング12'は、上記の説明に従って製造された放射線遮蔽体200と、ハウジング12の外周の周りに形成された熱放散フィン502とをも備えている。この装置は、図1に関して上述したものと同様の窓部取り付けブロック506と、X線窓部504とを更に備えている。

【0053】図5には、本発明の現在の好ましい実施の形態が利用する追加的な要素も図示されている。特に、特定のエレクトロニクスを使用してアノードアセンブリ及びカソードアセンブリを外部の電圧源(図示せず)に接続する方法の一例が図示されている。例えば、露出した線512と共に、アノードアセンブリ(ハウジング12'内に配置)を+75KV(例えば)に接続するための高電圧のコネクタアセンブリ510が図示されてい

カソードアセンブリ(ハウジング12'内に配置)を-75KVの供給電圧に接続する高電圧のコネクタアセンブリ514が図示されている。説明したように、この実施の形態は、単一の一体的ハウジング12'を利用し、従って、上記のコネクタ及び線を接地電位(例えば、点A)にあるハウジングの他の部分から電氣的に絶縁するための誘電性油は存在しない。従って、何ら絶縁体が存在しないならば、アセンブリは電気アーク放電等を生ずるであろう。

10 【0054】この実施の形態において、このことは、参照番号520、524で示した露出したエレクトロニクスを保持するリザーバ内に誘電性ゲル材料を配置し、管の高電圧絶縁体の周りに直接的に配置されるようにすることによって対処する。このゲルは、電圧差の大きい部品である部品から接地電位にあるアセンブリの部分を電氣的に絶縁する手段を提供する。

20 【0055】全体として、好ましいゲルは、誘電性でなければならず、また、亀裂を生じ又は分離することなく、例えば、0℃乃至200℃の範囲の温度サイクルに抵抗し得るものであることが好ましい。現在の好ましいポリマー材料は、GE、RTV60、ダウコーニング、シルガード577、ダウコーニング、絶縁ゲル3-4154、エポキシ、ベークライト、熱硬化性プラスチックを含む。エポキシ又は熱硬化性プラスチックの1つの利点は、外部の保持構造体を必要としない点である。これら型式のゲルを使用する別の利点は、これらゲルがX線管の作動騒音を減少させる機能を果たす点である。

30 【0056】要するに、上述したX線管アセンブリは、従来技術で従来見られなかった各種の利点をもたらす。放射線遮蔽層を有する上述した一体的ハウジングを利用する管アセンブリは、第二の外側ハウジングを不要にし、又、流体冷却剤冷却装置及び流体誘電体の双方又はその何れか一方を不要にする。更に、一体的ハウジングは十分な放射線遮断効果を提供し、又、鉛めっき又は環境及び安全にとって危険性のあるその他の同様の材料を使用せずに、この効果が可能である。更に、最小の厚さの壁を有するハウジングとなるような仕方にて放射線遮蔽層を付与するその結果、寸法的により小さい外側ハウジング構造体となる。その結果、より狭い空間内で製造することができ、また、例えば、X線管の熱性能を更に向上させる、より大型の回転アノードディスクを利用することができる単一のX線管の一体的ハウジングとなる。更に、該アセンブリは、一体的ハウジングを電氣的に絶縁すると共に、作動中に放出される騒音を大幅に軽減する特徴的な誘電性ゲルを利用する。

40 【0057】本発明は、その精神又は必須の特徴から逸脱せずに、その他の特定な形態にて具体化することができる。上述した実施の形態は、全ての点にて単に一例にしか過ぎず且つ限定的なものではないと見なすべきであ

特許請求の範囲から判断されるべきである。特許請求の範囲の意義及び均等例に属する全ての変更は、本発明のその範囲に包含されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の排気したハウジングの現在の1つの好ましい実施の形態を具体化するX線発生装置の断面図である。

【図2】一体的ハウジングの基層部分の1つの好ましい実施の形態の斜視図である。

【図3】放射線遮蔽層の現在の1つの好ましい形態を更に詳細に示す、図1の線3-3に沿った分解断面図である。

【図4】その上に配置されたフィンを有する一体的ハウジングの1つの実施の形態を示す斜視図である。

【図5】現在のその他の好ましい実施の形態を具体化するX線発生装置の別の実施の形態を示す側面図である。

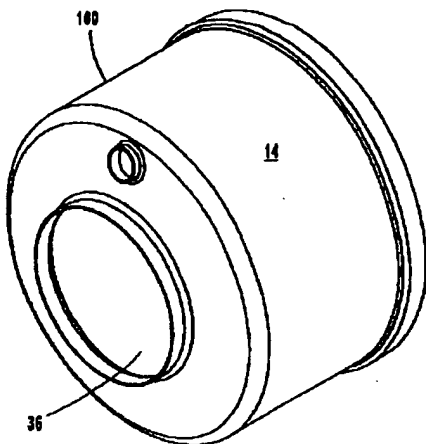
【符号の説明】

10 X線管アセンブリ
12 一体的ハウジングアセンブリ
14 第一の包皮体部分
16 第二の包皮体部分
18 負圧包囲体アセンブリ
22 カソードアセンブリ
24 アノード標的
26 軸
28 ロータアセンブリ
30 ステータ
32 取り付け構造

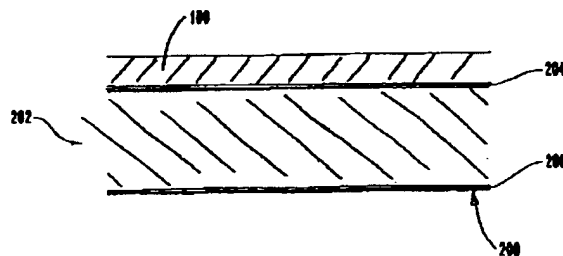
体

34 電子発生源
36 開口部
38 セラミック絶縁体
40 ディスク構造体
42 コネクタアセンブリ
46 第二のセラミック絶縁体
48 焦点軌道
50 X線透過性窓部
52 取り付けブロック
54 開口部/通路
56 X線開口部
58 開口部
70 空気流穀体
80 アノードプレート
100 ハウジング基層
200 放射線遮蔽層
202 金属粉体層/結合層
204 接着剤/第一の結合層
206 第二の結合層
400 フィン
500 X線管の環境
12 一体的ハウジング
502 熱放散フィン
504 X線窓部
506 取り付けブロック
510 高電圧コネクタアセンブリ
512 線
514 コネクタアセンブリ
520、524 エレクトロニクス
A 接地電位

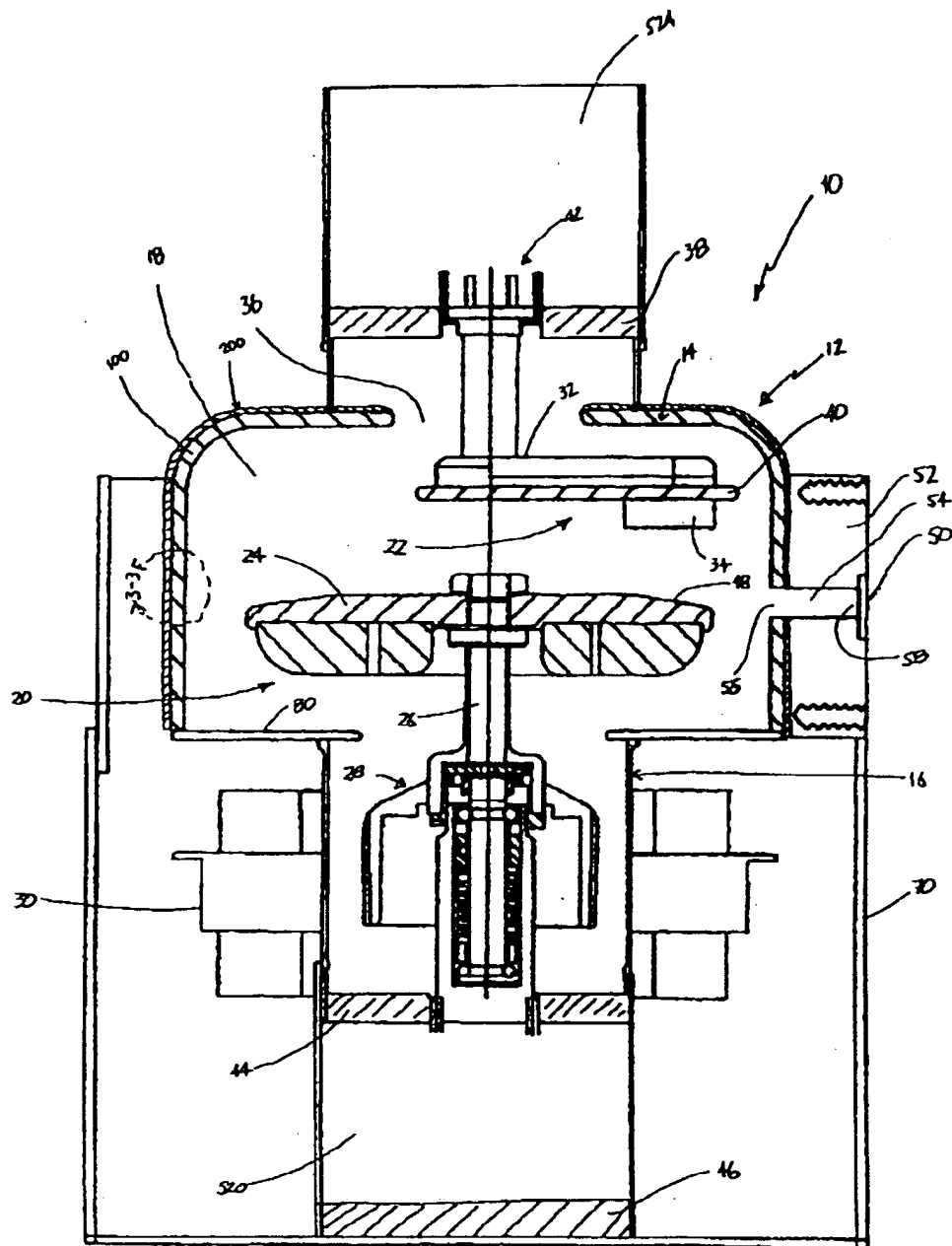
【図2】



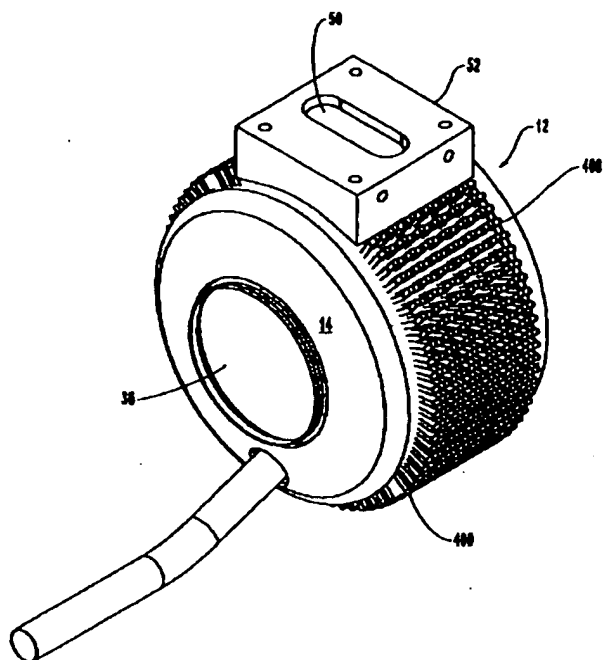
【図3】



【図1】



【図4】



【図5】

